



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 12 289 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**A 61 N 5/06**

21 Aktenzeichen: 101 12 289.6  
22 Anmeldetag: 8. 3. 2001  
43 Offenlegungstag: 26. 9. 2002

DE 101 12 289 A 1

71 Anmelder:  
OptoMed Optomedical Systems GmbH, 12489  
Berlin, DE  
  
74 Vertreter:  
Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489  
Berlin

72 Erfinder:  
Wilkens, Jan Henrick, Dr., 66424 Homburg, DE

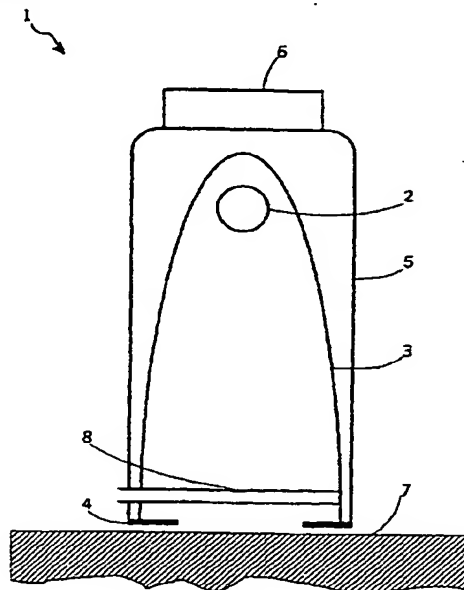
56 Entgegenhaltungen:  
DE 195 24 461 A1  
DE 41 43 168 A1  
DE 296 13 075 U1  
DE 93 21 497 U1  
US 61 83 500 B1  
EP 07 26 083 A2  
EP 05 92 794 A2  
WO 00 28 575 A1  
WO 00 02 491 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Bestrahlungsanordnung und Verfahren zur Behandlung von Akne**

57 Die Erfindung betrifft eine Bestrahlungsanordnung (1) und ein Verfahren zur Behandlung von Akne, umfassend mindestens eine Bestrahlungsquelle (2), wobei die Bestrahlungsquelle (2) mindestens ein breitbandiges optisches Spektrum im Bereich von 320 bis mindestens 670 nm emittiert, die Bestrahlungsquelle (2) im Pulsbetrieb betreibbar ist und die Pulsenergie kleiner  $3 \text{ J/cm}^2$  und die mittlere Leistungsdichte kleiner  $2 \text{ W/cm}^2$  ist.



DE 101 12 289 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bestrahlungsanordnung und ein Verfahren zur Behandlung von Akne.

[0002] Es ist bekannt, Akne, eine aufgrund von Bakterienwachstum in verstopften Follikeln talgdrüsenreicher Hautbezirk mit Verhornungsstörungen hervorgerufene Hauterkrankung, mit blauem Licht im Bereich von 400–440 nm ohne wesentliche UVA-Anteile zu behandeln, wobei die Erfolge beschränkt blieben. Hierzu sei auf den Fachartikel "V. Sigurdsson et al. Phototherapy of Acne Vulgaris with visible Light, *Dermatologie* 1997; 194; Bd. 3, 256–260" mit weiteren Literaturhinweisen verwiesen. Angestoßen wurde diese Form der Therapie, daß Aknefollikel im Rahmen der dermatologischen Untersuchung mit einer sogenannten "wood-lamp" rot fluoreszieren. Als Quelle der Fluoreszenz wurde die Speicherung großer Mengen von Porphyrinen im Propionibakterium acne nachgewiesen. (Mc Ginley et al., *Facial follicular porphyrin fluorescence. Correlation with age and density of propionibacterium acnes*, Br. J. Dermatol. Vol. 102., Bd. 3, 437–441, 1980). Da Porphyrine ihre Hauptabsorption (Soret-band) um 420 nm haben, war es für Melfert et al. naheliegend, bakterielle Aknefollikel mit blauem Licht zu behandeln. Die langwelligste Absorptionsbande der Porphyrine liegt bei 630 nm mit einer Eindringtiefe von 4 mm, die für eine photodynamische Follikelbehandlung am besten geeignet ist und auch verwendet wird.

[0003] Aus der WO 00/02491 ist eine derartige Bestrahlungsanordnung bekannt, die mindestens ein schmalbandiges Spektrum im Bereich von 405–440 nm umfaßt. Als alternative oder kumulative Spektralbereiche sind die Wellenlängenintervalle von 630–670 nm bzw. 520–550 nm angegeben. Zur weiteren Verbesserung des Wirkungsgrades wird vorgeschlagen, die zu bestrahlende Partie mit Sauerstoff anzureichern, indem mit Sauerstoff angereicherte Emulsionen vor oder während der Bestrahlung auf die zu bestrahlende Fläche aufgetragen werden. Die Bestrahlungsstärke liegt dabei zwischen 10–500 mW/cm<sup>2</sup>.

[0004] Weiter ist aus der WO 00/64537 eine Bestrahlungsanordnung zur Behandlung von Akne bekannt. Dabei wird die zu behandelnde Fläche mit UV-Licht im Bereich von 320–350 nm behandelt. Die dabei eingestrahelte Energie wird mit 1–5 J/cm<sup>2</sup> angegeben. Bei Verwendung eines Lasers soll dabei die Pulsenergie zwischen 5–25 mJ/cm<sup>2</sup> liegen, so daß sich bei Pulslängen von 10 ns Bestrahlungsstärken von ca. 2 MW/cm<sup>2</sup> einstellen. Die bekannte Bestrahlungsanordnung geht dabei von der Erkenntnis aus, daß sonnenähnliche Spektren nicht zur Behandlung von Akne geeignet sind, sondern vielmehr sogar Akneschübe auslösen können.

[0005] Aus der EP 0 565 331 B1 ist eine Vorrichtung zur Behandlung von Gefäßerkrankungen in einem Bereich der Haut bekannt, umfassend ein Gehäuse, mit einer inkohärenten Lichtquelle, montiert in dem Gehäuse und geeignet zum Produzieren von gepulstem Licht für die Behandlung und eine Öffnung in dem Gehäuse, welche einen austretenden Lichtstrahl bestimmt, der auf den Hautbehandlungsbereich gesendet wird, ohne durch ein Kabel aus optischen Fasern zu gehen, und der einen breiteren Strahlungsbereich aufweist als Vorrichtungen mit Kabel aus optischen Fasern, wobei die Vorrichtung ein die niedrigen Frequenzen abschneidendes Filter umfaßt, um die sichtbaren und ultravioletten Teile des Spektrums herauszuschneiden und die inkohärente Lichtquelle einen Ausgangslichtstrahl mit Wellenlängen im Bereich zwischen 300 und 1000 nm produziert. Die Lichtquelle ist elektrisch mit einer Variabel-Impulsbreiten-Erzeugerschaltung verbunden, um einen geregelten Zeitimpuls zu liefern mit einer Breite zwischen 1 und 10 ms, wobei der

austretende Lichtstrahl auf der Haut eine Energiedichte zwischen 30 und 100 J/cm<sup>2</sup> erzeugt, so daß der hinaustretende Lichtstrahl nach Durchgang durch das obengenannte, die niedrigen Frequenzen abschneidende Filter in die Haut so tief wie gewünscht hineindringen kann, ohne die Haut zu verbrennen, um ein unter der Haut und innerhalb des Hautbehandlungsbereiches liegendes Blutgefäß zu erwärmen und im Blutgefäß Blutkoagulation zu verursachen. Die dort beschriebene Blutkoagulation ist bei der Behandlung von Akne zu vermeiden, so daß die dort beschriebene Vorrichtung zur Behandlung von Akne oder anderer oberflächlicher Hauterkrankungen ungeeignet ist.

[0006] Die bekannten Bestrahlungsanordnungen zur Behandlung von Akne sind jeweils technisch sehr aufwendig und damit kostenintensiv, insbesondere wenn in den ausgewählten Spektralbereichen die hohen Energiedichten gefordert werden.

[0007] Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Bestrahlungsanordnung und ein Verfahren zur Behandlung von Akne zu schaffen, die kostengünstig realisierbar sind und einen hohen Wirkungsgrad aufweisen.

[0008] Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, 12 und 13. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0009] Hierzu ist die Bestrahlungsquelle als breitbandige Bestrahlungsquelle mit einem Wellenlängenbereich von mindestens 320 bis mindestens 670 nm ausgebildet, die im Pulsbetrieb betreibbar ist, wobei die Pulsenergie kleiner 3 J/cm<sup>2</sup> und die mittlere Leistung kleiner als 2 W/cm<sup>2</sup> beträgt. Unter mindestens 320 nm bedeutet dabei, daß die Bestrahlungsquelle durchaus auch kleinere Wellenlängen erzeugen kann, diese aber nicht auf die zu behandelnde Fläche weitergeleitet werden, sondern vorher unterdrückt werden.

Erfindungsgemäß wird ausgenutzt, daß entgegen Ausführungen in der Literatur, durch den Pulsbetrieb die Bildung von Singulett-Sauerstoff um Größenordnungen gegenüber CW-Betrieb bei gleicher Energie erhöht wird. Da entgegen den Ausführungen in der WO 00/64537 auch sichtbare Spektralbereiche Behandlungswirksam sind, kann auf preiswerte breitbandige Bestrahlungsquellen zurückgegriffen werden, so daß kostenintensive Laser oder Filtermaßnahmen entbehrlich sind. Die Ursache für die Akneschübe mit solarähnlichen Strahlungsquellen liegt nämlich vermutlich nicht im sichtbaren Anteil, sondern in dem UVB-Anteil bis 320 nm, auf den erfindungsgemäß auch nicht zurückgegriffen wird. Ein weiterer Vorteil gegenüber der WO 00/02491 ist, daß eine größere Leistung bzw. Energie des blauen Spektralanteils zum Follikel gelangt. Da die Follikel relativ tief unter der Haut sitzen, erreicht normalerweise nur ein Bruchteil des blauen Spektralbereichs zwischen 400–500 nm die Follikel, so daß Bestrahlungsanordnungen mit einem reinen Blauspektrum mit relativ hoher Leistung arbeiten müssen. Dies liegt zum einen an der geringen Eindringtiefe des blauen Spektralanteils und zum anderen vermutlich an Schwellendosen aufgrund von körpereigenen Antioxidantien. Hierin ist auch eine mögliche Erklärung für die bescheidenen Ergebnisse von Sigurdsson zu sehen, wo nur mit geringen Leistungen unterhalb oder im Bereich dieser Schwellwerte gearbeitet wurde. Die beschriebene Wirkung für die Aknebehandlung in der WO 00/02491 liegt wahrscheinlich in einer oberflächlichen Bakterienabtötung durch den Blauanteil, wohingegen die Follikel im Wesentlichen nur durch die grünen bzw. roten Spektralbereiche von 520–550 nm bzw. 630–670 nm erreicht werden. Durch den Pulsbetrieb wird hingegen bei gleicher cw-Leistung temporär mit extrem höheren Leistungen gegenüber cw-Betrieb bestrahlt, so daß ein konstanter off-set aufgrund von Schwellwerten we-

niger stark ins Gewicht fällt. Somit erreicht effektiv mehr blaues Licht das Follikel und kann zur Bildung von Singulett-Sauerstoff beitragen.

[0010] Vorzugsweise liegen die effektiven Pulslängen zwischen 10  $\mu$ s und 10 ms besonders bevorzugt zwischen 100  $\mu$ s und 1 ms, wobei die Pulsein- und auszeiten unsymmetrisch sind. Unter effektiver Pulslänge wird dabei die Zeit verstanden, die zwischen Erreichen von 50% der maximalen Leistung bis zum Abfall auf 50% der maximalen Leistung liegt. Die im Verhältnis zur effektiven Pulslänge längeren Pulsauszeiten dienen dabei insbesondere der Nachdiffusion von Sauerstoff. Das Verhältnis liegt dabei vorzugsweise zwischen 10 und 100.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform liegt die Frequenz, mit der die Bestrahlungsquelle gepulst wird, zwischen 0,1–1000 Hz, weiter bevorzugt zwischen 0,5–50 Hz und noch bevorzugt zwischen 1–10 Hz, wobei bei höheren Frequenzen niedrigere effektive Pulslängen und kleinere Pulsenergien verwendet werden.

[0012] Die Erzeugung längerer effektiver Pulslängen ist mit den bekannten Blitzlampen kaum oder garnicht realisierbar. Dies kann jedoch zur selektiven Anwärmung des Talgfollikelbereiches und des Haarschafts vorteilhaft sein, um eine Verflüssigung der obstruierenden Talgkonkremente und eine induzierte Störung der Talgproduktion zu erreichen. Ein weiterer positiver Effekt könnte eine Verminderung der Verhornung bzw. Abschilferung von Epithelzellen im Haarschaftsbereich sein. Derartige längere Pulslängen lassen sich jedoch in ihrer thermokinetischen Wirkung durch eine gezielte Ablaufsteuerung simulieren. Hierzu werden beispielsweise 100 Pulse mit einer effektiven Pulslänge von 100  $\mu$ s und einer Pulsauszeit von 900  $\mu$ s eingestrahlt, wobei anschließend für 10–1000 ms keine Pulse folgen. Anschließend werden dann wieder 100 Pulse eingestrahlt. Die hierbei verwendeten effektiven Pulslängen liegen zwischen 50–300  $\mu$ s.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Bestrahlungsquelle als Xe-Blitzlampe ausgebildet. Diese handelsüblichen Xe-Blitzlampen sind sehr preiswert und emittieren ausreichend im gewünschten Spektralbereich zwischen 320–670 nm. Hierzu wird beispielsweise auf die US 4.167.669 oder die EP 0 565 331 verwiesen, wobei die dort beschriebenen Pulsenergien für die erfindungsgemäße Lehre jedoch zu groß sind. Xe-Blitzlampen sind je nach Belastung mehr oder weniger vom Spektrum mit einem Schwarzen Körper vergleichbar. Daher emittieren Xe-Blitzlampen typischerweise von 200–2000 nm. Aufgrund der Zelltoxizität der Wellenlängen zwischen 200–320 nm muß dieser Wellenlängenbereich durch entsprechende Filtermaßnahmen unterdrückt werden.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Bestrahlungsquelle eine Einrichtung zur Unterdrückung der Spektralanteile von 320–400 nm und/oder zur Transformierung der UV-Anteile in den sichtbaren Bereich zugeordnet. Hiermit wird dem Umstand Rechnung getragen, daß die möglichen Nebenwirkungen von UVA-Anteilen auf die Zelle gänzlich vermieden werden, ohne daß sich dies in einer spürbaren Reduzierung der Wirksamkeit der Bestrahlungsanordnung niederschlägt. Werden die UVA-Anteile herausgefiltert, so können preiswerte handelsübliche UVA-Filter zur Anwendung kommen. Vorzugsweise werden jedoch die UV-Anteile mittels geeigneter Leuchtstoffe in den sichtbaren Spektralbereich transformiert. Dabei haben sich besonders aus Silikonelastomeren bestehende Folien mit anorganischen Leuchtstoffen bewährt. Aufgrund der hohen Absorption der Porphyrine um 420 nm werden bevorzugt blau emittierende Leuchtstoffe verwendet, die gegebenenfalls mit grünen im Bereich von 520–550 nm und/oder roten

im Bereich 630–670 nm kombiniert werden können.

[0015] Die Effizienz der Bestrahlungsanordnung kann weiter durch eine Erhöhung der Sauerstoffkonzentration erhöht werden. Neben den in der WO 00/02491 beschriebenen Maßnahmen kann dies auch sehr einfach durch eine inspiratorische Sauerstoffzufuhr über eine Sauerstoffmaske erreicht werden.

[0016] Aufgrund der eingestrahnten Pulsenergien kommt es zu einer spürbaren Erhöhung der Hauttemperatur, so daß vorzugsweise eine Kühleinrichtung für die zu bestrahlende Fläche vorgesehen ist. Diese kann im einfachsten Fall als Luftkühlung ausgebildet sein. Ebenso kann der Bestrahlungsquelle eine Kühleinrichtung zugeordnet sein, die beispielsweise als Luftkühlung oder eine andere thermische Ableitmaßnahme wie Kühlbleche ausgebildet ist.

[0017] Zur Erhöhung der abgestrahlten Leistung in Richtung der zu behandelnden Fläche wird die Strahlungsquelle vorzugsweise mit einem Reflektor ausgebildet. Ein bevorzugter Reflektortyp ist ein Paraboloid-Reflektor, wobei die Bestrahlungsquelle in einem Brennpunkt des Paraboloids angeordnet wird. Prinzipiell sind jedoch auch kugelschalenförmige oder ähnlich geformt Reflektoren verwendbar.

[0018] Die Bestrahlungsfläche für ein mobiles Gerät liegt vorzugsweise im Bereich von 1–200 cm<sup>2</sup>, da bei flächiger Bestrahlung die Eindringtiefe im Vergleich zu punktförmigen Bestrahlungsquellen zunimmt, was hier zum Erreichen der tiefer liegenden Follikel vorteilhaft ist. Die mobile Ausführungsform erlaubt die sequentielle Bestrahlung verschiedener einzelner Akneherde, die in der Regel im Gesichtsbereich, im Halsbereich sowie im oberen Bereich des Rückens und des Brustkorbes auftreten.

[0019] Alternativ sind auch Ausführungsformen möglich, bei denen simultan größere Flächen bestrahlt werden. Eine mögliche Ausführungsform besteht darin, eine Vielzahl kleiner Blitzlampen, beispielsweise 30–60 kleine Xe-Blitzlampen in ein Gewebe einzunähen. Das besteht dabei beispielsweise aus PTFE oder einem PTFE-Derivat. Ein derartiges Gewebe kann durch direkte Metallbedampfung hochreflektiv beschichtet werden, wobei die erwünschte Luftdurchlässigkeit bei gleichzeitiger Abweisung von Wasser erhalten bleibt. Bei Verwendung einer Vielzahl von kleinen Strahlungsquellen in räumlicher Nähe zum Bestrahlungsobjekt kann auf die Verwendung eines abbildenden Reflektors verzichtet werden. Mit Hilfe von weichen, strahlungstransparenten Abstandhaltern wie beispielsweise Silikonelastomeren ist eine Kühlung und Hinterlüftung der Filter, Leuchtstofffolien sowie der bestrahlten Hautflächen einfach über handelsübliche Lüfter wie beispielsweise CPU-Lüfter möglich.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figur zeigen:

[0021] Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Bestrahlungsanordnung,

[0022] Fig. 2 ein Spektrum der Bestrahlungsquelle mit und ohne Leuchtstoffolie und

[0023] Fig. 3 eine Haut-Querschnittsdarstellung mit Aknefollikel.

[0024] Die Bestrahlungsanordnung 1 umfaßt eine breitbandige Bestrahlungsquelle 2, die vorzugsweise als Xe-Blitzlampe ausgebildet ist. Die Bestrahlungsquelle 2 ist in einem Brennpunkt eines Paraboloid-Reflektors 3 angeordnet, der an der dem Brennpunkt abgewandten Seite offen ist. Die Austrittsfläche am offenen Ende des Paraboloidreflektors 3 wird durch eine vorzugsweise verstellbare Blende 4 definiert. Durch die verstellbare Blende 4 kann somit die Größe der zu bestrahlenden Fläche angepaßt werden. Die Bestrahlungsquelle 2 und der Paraboloid-Reflektor 3 sind in

einem Gehäuse 5 angeordnet. Das Gehäuse 5 ist vorzugsweise mit einem Handstück 6 ausgebildet, mittels dessen die Bestrahlungsanordnung 1 einfach auf eine zu behandelnde Fläche 7 aufsetzbar ist. Zwischen der Bestrahlungsquelle 2 und der zu behandelnden Fläche 7 ist eine Leuchtstofffolie 8 angeordnet, die mit Leuchtstoffpartikeln dotiert ist. Die Leuchtstofffolie 8 kann auch unmittelbar im Bereich der Bestrahlungsquelle 2 oder aber über die Blende 4 gespannt sein. Vorzugsweise ist die Leuchtstofffolie 8 derart angeordnet, daß diese leicht auswechselbar ist. Dies vereinfacht den notwendigen Austausch aufgrund von Alterungsprozessen, aber auch den flexiblen Einsatz von Leuchtstofffolien mit unterschiedlichen Leuchtstoffpartikeln. Des weiteren kann bei äußerer Anordnung der Leuchtstofffolie 8 diese leicht desinfiziert werden. Die elektrischen Anschlüsse und die Schaltung zur Erzeugung der variablen Pulsbreiten ist hier aus Übersichtsgründen nicht dargestellt.

[0025] In der Fig. 2 ist ein Spektrum einer verwendeten Xe-Blitzlampe mit und ohne Leuchtstoffolie dargestellt. Das Spektrum mit Leuchtstoffolie ist dabei gestrichelt dargestellt. Bei der Leuchtstoffolie handelt es sich um ein Silikonelastomer, das mit anorganischen Leuchtstoffen dotiert ist, die im blauen Spektralbereich von 400–450 nm bevorzugt emittieren. Die Leuchtstoffolie schneidet dabei den UV-Bereich zwischen 280–400 nm nahezu ab und transformiert diesen in den sichtbaren blauen Bereich von 400–450 nm.

[0026] Die Xe-Blitzlampe wird mit einer Frequenz zwischen 0,1–1000 Hz getaktet, wobei jedoch die effektiven Pulslängen nur zwischen 10 µs und 10 ms liegen. Die optischen Pulsenergien betragen dabei zwischen 1–3 J/cm<sup>2</sup>.

[0027] Die Aknebehandlung erfolgt dabei über mehrere Tage bzw. Wochen, wobei die tägliche Behandlungsdauer zwischen 1 und 20 Minuten, vorzugsweise zwischen 2–5 Minuten liegt.

[0028] In der Fig. 3 ist ein Querschnitt durch die Haut im Bereich eines Haars 9 dargestellt. Das Haar 9 ist über einen verengten Ausführungsgang 10 mit einem mit Talg überfüllten und entzündeten Haarschaftsbereich 11 mit einer vergrößerten und entzündeten Talgdrüse 12 verbunden. Bei einem cw-Betrieb mit blauem Licht wird aufgrund der geringen Eindringtiefe (1/c) des blauen Lichtes sowie der Überwindung körpereigener Schwellwerte für blaues Licht bereits der überwiegende Anteil in der oberen Hautschicht oberhalb des Haarschaftsbereiches absorbiert, was schematisch durch den kurzen Pfeil 13 dargestellt ist. Beim Pulsbetrieb hingegen ist bei gleicher mittlerer Leistungsdichte die Leistungsdichte während des Pulses entsprechend dem Verhältnis der effektiven Pulslänge zur Frequenz wesentlich größer, so daß die konstante Abschwächung aufgrund der körpereigenen Schwellwerte geringer ins Gewicht fällt. Da somit die zur Verfügung stehende effektive Leistung größer ist, erreicht auch ein größerer absoluter Anteil des blauen Lichtes die tieferliegenden Haarschaftsbereiche 11 bzw. die Talgdrüse 12 und können dort zur lokalen Erzeugung von Singulett-Sauerstoff beitragen, was durch den längeren Pfeil 14 dargestellt ist.

#### Patentansprüche

1. Bestrahlungsanordnung zur Behandlung von Akne, umfassend mindestens eine Bestrahlungsquelle, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungsquelle (2) ein breitbandiges optisches Spektrum im Bereich von mindestens 320 bis mindestens 670 nm emittiert, die Bestrahlungsquelle (2) im Pulsbetrieb betreibbar ist und die Pulsenergie kleiner 3 J/cm<sup>2</sup> und die gemittelte Leistungsdichte kleiner als 2 W/cm<sup>2</sup> ist.
2. Bestrahlungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß die effektive Pulslänge zwischen 10 µs–10 ms liegt.

3. Bestrahlungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungsquelle (2) mit einer Frequenz von 0,1–1000 Hz getaktet ist.

4. Bestrahlungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungsquelle (2) als Xe-Blitzlampe ausgebildet ist.

5. Bestrahlungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bestrahlungsquelle (2) eine Einrichtung zur Unterdrückung der Spektralanteile von 320–400 nm und/oder zur Transformierung der UV-Anteile in den sichtbaren Bereich zugeordnet ist.

6. Bestrahlungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Bestrahlungsquelle (2) eine Leuchtstoffolie (8) angeordnet ist.

7. Bestrahlungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Leuchtstoffolie (8) aus einem Silikonelastomer besteht und mit anorganischen Leuchtstoffpartikeln dotiert ist.

8. Bestrahlungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Leuchtstoffolie (8) mit mindestens einem der nachfolgenden Leuchtstoffpartikeln, fluoreszierend in den Spektralbereichen 410–490 nm

[Sr<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Eu, Sr<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl:Eu, BaMg<sub>2</sub>Al<sub>16</sub>O<sub>27</sub>:Eu, CaWO<sub>4</sub>:Pb; (Sr, Ca, Ba)<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl:Eu; Sr<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Sn; (Ba, Ca)<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl:Eu]

und/oder 510–560 nm

[ZnSiO<sub>4</sub>:Mn; MgAl<sub>11</sub>O<sub>19</sub>:Ce, Tb, Mn; YBO<sub>3</sub>:Tb; LaPO<sub>4</sub>:Ce, Tb]

und/oder 610–670 nm

[Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu; Y(P,V)O<sub>4</sub>:Eu; CaSiO<sub>3</sub>:Pb, Mn; (Sr, Mg)<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Sn; 3.5MgO · 0.5MgI<sub>2</sub> · (CeO<sub>2</sub>:Mn)]

dotiert ist.

9. Bestrahlungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bestrahlungsanordnung (1) Mittel zur topischen und/oder inspiratorischen Sauerstoffzufuhr zugeordnet sind.

10. Bestrahlungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bestrahlungsanordnung (1) eine Einrichtung zur Kühlung einer zu bestrahlenden Fläche (7) zugeordnet ist.

11. Bestrahlungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung als Luftkühlung ausgebildet ist.

12. Verfahren zur Behandlung von Akne mittels einer pulsaren, breitbandigen optischen Bestrahlungsquelle (2), die Pulse mit Pulsenergien kleiner 3 J/cm<sup>2</sup> in einem Wellenlängenintervall von 320 bis mindestens 670 nm erzeugt, wobei die mittlere Leistungsdichte kleiner als 2 W/cm<sup>2</sup> ist, umfassend folgende Verfahrensschritte:

a) Bestrahlen der Akne mit effektiven Pulslängen zwischen 10 µs–10 ms bei Pulsfrequenzen zwischen 0,1–1000 Hz mindestens 1–20 Minuten lang und

b) mindestens eine Wiederholung des Verfahrensschrittes a) nach mindestens 24 Stunden.

13. Verfahren zur Behandlung von Akne mittels einer pulsaren, breitbandigen optischen Bestrahlungsquelle, die Pulse mit Pulsenergien kleiner 3 J/cm<sup>2</sup> in einem Wellenlängenintervall von 400 bis mindestens 670 nm erzeugt, wobei die mittlere Leistungsdichte kleiner als 2 W/cm<sup>2</sup> ist, umfassend folgende Verfahrensschritte:

a) Bestrahlen der Akne mit effektiven Pulsfängen zwischen 10  $\mu$ s–10 ms bei Pulsfrequenzen zwischen 0,1 1000 Hz mindestens 1 20 Minuten lang und

b) mindestens eine Wiederholung des Verfahrens schrittes a) nach mindestens 24 Stunden. 5

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß vor und/oder während der Bestrahlung die Sauerstoffkonzentration im Bereich der Akne durch topische und/oder inspirative Sauerstoffzufuhr 10 erhöht wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

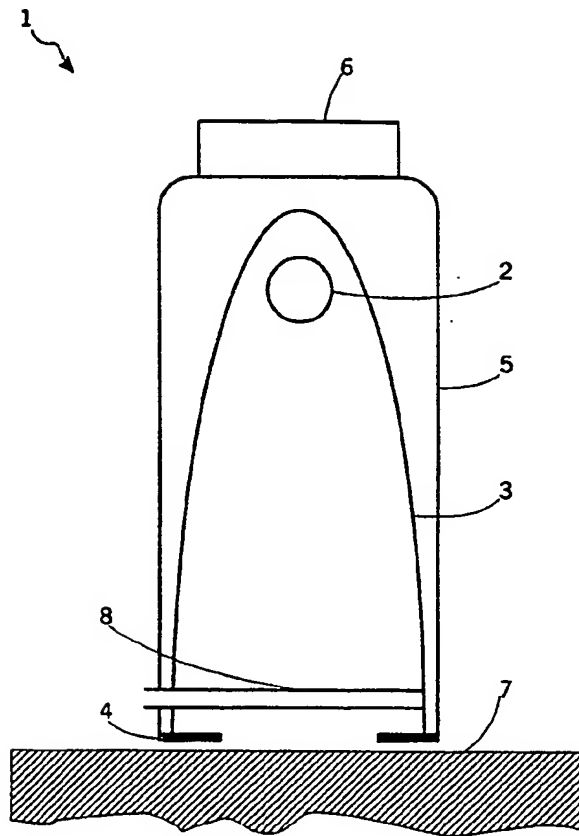


Fig. 2

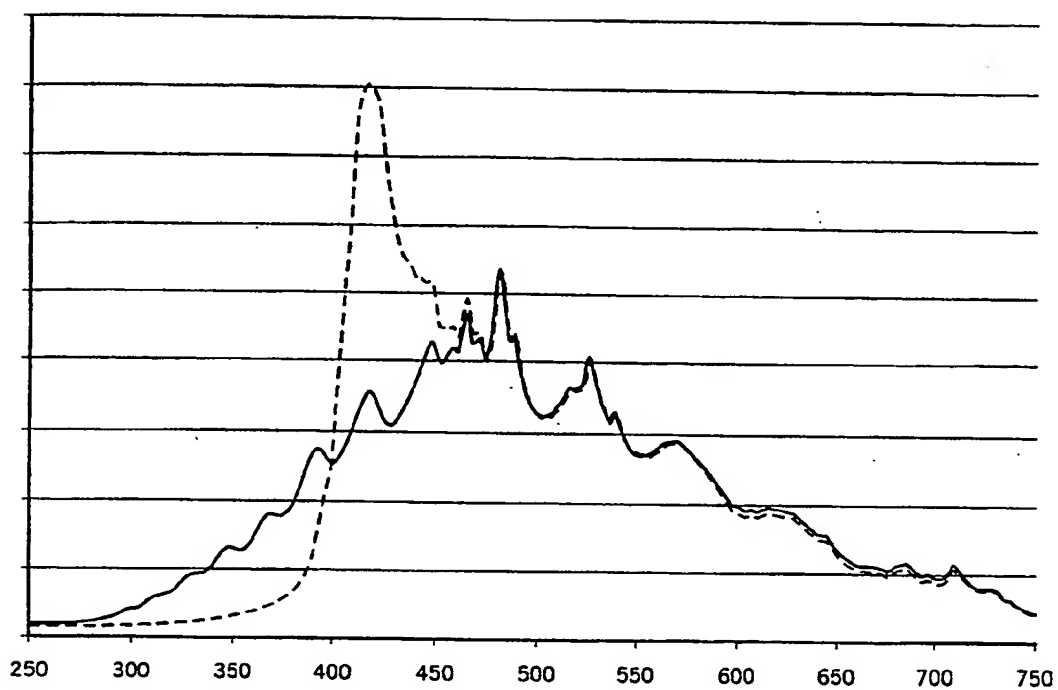


Fig. 3

